

Eine flächenbezogene Inventurmethode für die Faunenanalyse von Wirbellosen ¹

von

D. HAEFELFINGER * und P. DUELLI **

Mit 4 Abbildungen

ABSTRACT

A sampling method for absolute population estimates of invertebrate communities.

— To compare diversity of invertebrates in agricultural crops (maize, wheat, rape) and seminatural areas such as wetland and prairie, an “absolute” sampling device was developed. This method can be used to standardize the results of the well known and often used “relative” sampling methods (pitfall traps, sticky traps, yellow pans, sweepnet sampling). A surface area of 2 m² is quickly covered with a cubic tent (polyester cloth with aluminum frame) and all invertebrates longer than 2 mm are collected inside the cube with a generator powered suction sampler. The method is non-selective and allows for density estimates for most groups of invertebrates.

EINLEITUNG

Sowohl in der angewandten Entomologie (v. a. Schädlingsbekämpfung) wie im Naturschutz (v. a. Bewertungskriterien) sind quantitative Angaben über die Zusammensetzung der Fauna vonnöten. Absolute, flächenbezogene Inventurmethode sind äusserst aufwendig, weshalb in der Praxis vorwiegend relative Methoden verwendet werden (SOUTHWOOD 1978). Sie erlauben zwar Aussagen über Aktivitätsdichten (HEYDEMANN 1961), aber nur unter gewissen Vorbehalten Angaben über Populationsdichten (BRIGGS 1961, BRAUNE 1974 u. a.). Deshalb sollte eine Referenzmethode entwickelt werden, die flächenbezogen absolute Angaben über die Populationsdichte und Faunenzusammensetzung möglichst vieler Tiergruppen in Biotopen mit einer Vegetation bis zur Höhe von Maispflanzen zulässt.

* Zoologisches Institut der Universität, Rheinsprung 9, CH-4051 Basel, Schweiz.

** Eidg. Anstalt f. d. Forstliche Versuchswesen, Abt. Landschaft, CH-8903 Birmensdorf, Schweiz.

¹ Poster präsentiert an der Jahresversammlung der SZG in Bern, 10/11. Oktober 1986.

MATERIAL UND METHODEN

Die Untersuchungen wurden in der Nähe von Stein, Kt. Aargau, Schweiz, von Mai bis September 1985 in Kulturfeldern (Mais, Weizen, Raps) und naturnahen Biotopen (Feuchtgebiet, Halbtrockenrasen) durchgeführt.

Ein mit Tüll bespannter Kubus von 2 m² Grundfläche und 1.8 m Höhe (Volumen: 3.6 m³) wird über die Bodenvegetation gestülpt. Darin werden alle Organismen ab 2 mm Länge, die in der Vegetationsschicht oder epigäisch bis in einer Bodentiefe von 5 cm leben, mit einem generatorbetriebenen Staubsauger eingefangen.

Fangvorrichtung

Sie besteht aus einem abnehmbaren, quaderförmig genähten Netz mit offener Grundfläche, das durch starke Gummizüge in einem Aluminiumgestell straff aufgespannt wird (Abb. 1). Als Fangnetz wurde ein reissfester Polyestervorhangstoff mit einer Maschenweite von 0.25 mm, der auch starkem Wind standhält, gewählt. Bei Wind wird die Falle durch Verstrebsseile und Häringe vor dem Umkippen gesichert. An einer Seite dient ein vertikal verlaufender Reissverschluss als Einstieg für den Experimentator. Damit keine Tiere unter dem Netz am Boden in die Untersuchungsfläche eindringen oder daraus entweichen können, wird eine Stahlblecheinfassung in den Boden gerammt und durch Klettenverschlüsse dicht mit dem Netz verbunden. Die Fangvorrichtung ist zusammenlegbar und von einer Person innert 3 Minuten aufbaubar.

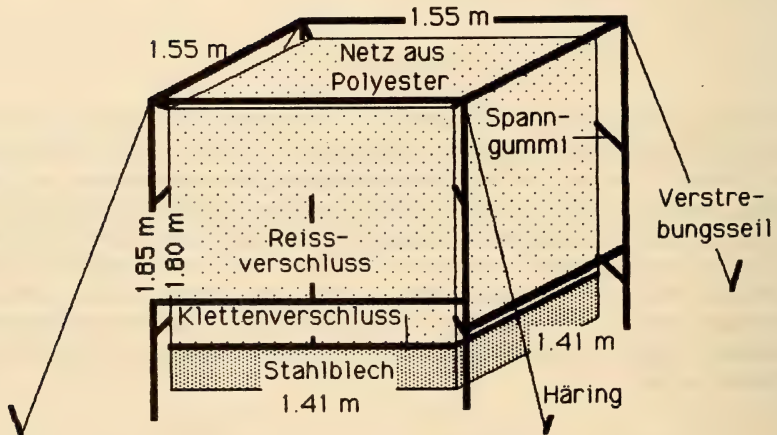


ABB. 1.

Fangvorrichtung.

Auffanggefäß, Staubsauger und Generator

Von einer Auswahl verschieden konstruierter Kollektorgefäße erwies sich der in Abb. 2 gezeigte Typ als der Beste. Durch das diagonale Einsetzen des Filtriernetzes wird dessen Fläche vergrößert und die Gefahr des Verstopfens kann ausgeschlossen werden. Luftwirbel, die die Tiere beschädigen, werden durch die schräg eingeleimte Plastikblende weitgehend eliminiert. Sie verhindert zudem die Zerstörung der Tiere durch frontalen Aufprall. Dem Auffanggefäß, das einem 220 V Autostaubsauger (Progress auto S 20) vorgeschaltet ist, können verschiedene Saugdüsen aufgesetzt werden. Die elektrische Energie für den Staubsauger liefert ein benzinbetriebener Generator (Honda EX 500). Um den starken Sog des Staubsaugers den jeweiligen Umständen anzupassen, wird ein Drehzahlregler eingeschlaft. Bei Regen schützt ein Fehlstromschutzschalter vor elektrischen Schlägen.

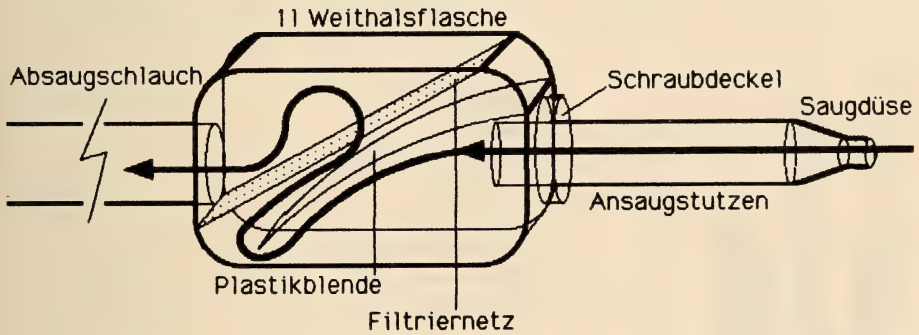


ABB. 2.

Auffanggefäß.

Vorgehen

Damit auch fliegende Insekten nicht entweichen können, wird die fertig montierte Falle schlagartig über die Vegetation der Untersuchungsfläche gestülpt. Auch im Mais mit bis zu 2.5 m hohen Pflanzen ist die Falle einsetzbar. Nach dem Einrammen der Bleche in den Boden kann am Netz mit dem Absaugen von aufgeflogenen Tieren begonnen werden. Dies gestaltete sich wesentlich kürzer als das zeitintensive Absuchen der Pflanzen und des Bodens. In der Erde wurden mit Hilfe einer Handhacke bis in eine Bodentiefe von 5 cm Tiere gefangen. Danach kann auf der selben Fläche der Absaugvorgang wiederholt werden. Ein einmaliges Saugen dauerte je nach Dichte der Vegetation zwischen 15 Minuten (Halbtrockenrasen) und 3 Stunden (Feuchtgebiet). Für fünfmaliges Saugen benötigte man dementsprechend bis zu einem ganzen Tag. Das Aussortieren der Organismen wurde mit Hilfe von Sieben und manuell mit einer Pinzette vorgenommen.

RESULTATE

Dichtheit der Falle gegen Eindringen oder Entweichen von Organismen

Zur Überprüfung der für die Zuverlässigkeit der Aussagen entscheidenden Dichtheit der Fangvorrichtung wurden in den Habitaten Mais, Weizen, Raps, Feuchtgebiet und Halbtrockenrasen je fünf Mal nacheinander Tiere gesammelt. Mit steigender Fangzahl wurden, wie erwartet, die Abundanzen immer kleiner, womit sich die Dichtheit der Falle bestätigen lässt (Abb. 3). Sie konnte zudem getestet werden, indem zwischen dem ersten und zweiten Fang eine Pause von einer Stunde eingelegt wurde. Während dieser Zeit hätten Tiere die „leergesaugte“ Falle wieder besiedeln können, d. h., die Fanghäufigkeiten im zweiten Fang wären nicht derart viel tiefer als im ersten Fang (Abb. 3). Durch einen Parallelversuch, in dem die abdichtenden Bleche nicht eingesetzt wurden, konnte gezeigt werden, dass vor allem Dipteren und Hymenopteren auf der Falle landen, unter dem Netz ins Innere der Falle schlüpfen und so die Resultate verfälschen.

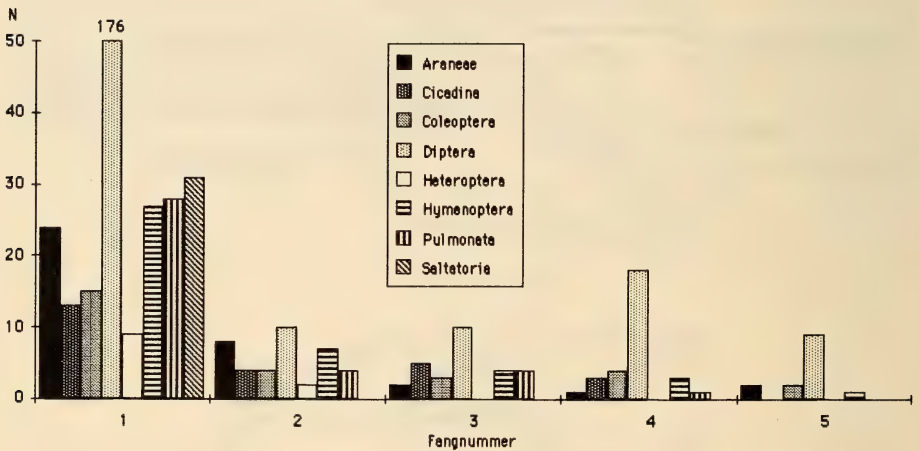


ABB. 3.

Sequentielles Saugen im Feuchtgebiet mit Blechen und einer Stunde Pause zwischen dem ersten und zweiten Fang.

Zielgruppen und Selektivität der Fangmethode

Mit Ausnahme der Lumbriciden, Collembolen, Milben und anderen Gruppen von Kleinarthropoden, wurden alle Tiere über 2 mm gefangen.

Aus Abb. 3 geht hervor, dass die Verteilung der gruppenspezifischen Fanghäufigkeiten auf die fünf Fänge unterschiedlich ist. Das Verhalten und die Grösse der Tiere haben

einen starken Einfluss auf den Fangerfolg. In Tab. I werden für jede erfasste Tiergruppe die Häufigkeiten der fünf Einzelfänge mit dem Gesamtfang prozentual verglichen. Neben den unterschiedlich hohen Individuenzahlen lassen sich drei Gruppen erkennen: (1) Tiergruppen mit hoher prozentualer Häufigkeit in den ersten Fängen. Dazu gehören die Saltatoria, Diptera und Hymenoptera. Es handelt sich um Gruppen mit Vertretern, die durch ihr auffälliges Hüpfen oder Fliegen leicht zu finden und aufzusaugen sind. (2) Tiergruppen mit verhältnismässig grosser prozentualer Häufigkeit in den letzten Fängen. Dazu gehören neben den Coleoptera die Araneae und in gewissem Masse auch die Heteroptera. Diese Gruppe zeichnet sich durch Vertreter aus, die unauffällig verharren und sich bei Gefahr rasch in ein Versteck zurückziehen. (3) Tiergruppen, die in keinerlei Hinsicht extreme Ergebnisse zeigen. Zu ihnen gehören die Cicadina, Pulmonata und Thysanoptera. Letztere waren, bedingt durch ihre geringe Grösse, oft nicht einfach zu orten.

TABELLE I.

Prozentuale Verteilung der Fanghäufigkeiten bei den verschiedenen Tiergruppen.

M = Mais, W = Weizen, R = Raps, F = Feuchtgebiet, H = Halbtrockenrasen.

Gruppe	N	berücksichtigte Habitate	prozentuale Verteilung				
			1. Fang	2. Fang	3. Fang	4. Fang	5. Fang
Araneae	140	M, W, R, F	60.66	25.28	9.78	2.76	1.52
Cicadina	133	M, W, F	69.12	16.06	9.88	4.94	0
Coleoptera	411	M, W, R, F	57.82	15.54	10.74	10.26	6.64
Diptera	871	M, W, R, F	80.85	6.91	4.93	4.61	2.70
Heteroptera	41	M, W, R, F	69.16	17.94	1.69	6.21	5.00
Hymenoptera	220	M, W, R, F	73.70	16.93	5.15	2.60	1.62
Pulmonata	76	M, W, R, F	75.00	14.48	5.26	2.63	2.63
Saltatoria	41	W, F, H	97.57	2.43	0	0	0
Thysanoptera	88	M, W, F	59.50	23.09	6.50	7.97	2.94

Dichteberechnung

Es wurde bereits gezeigt, dass nach einer Anzahl Fänge gewisse Angaben über die Faunenzusammensetzung in einem bestimmten Habitat gemacht werden können. Bedeutend wichtiger wäre aber, die absolute Anzahl Tiere (nach theoretisch beliebig vielen Fängen) einer gewissen Probefläche zu kennen. Da dies im Feld nicht durchführbar ist, wird im folgenden eine mathematische Lösung des Problems vorgeschlagen. Dazu wird eine Regressionsgerade durch die Punkte der sequentiellen Fanghäufigkeiten gelegt (Abb. 4; Bsp. Coleoptera). Der Schnittpunkt der Geraden mit der x-Achse entspricht annähernd der effektiven Individuenzahl (SOUTHWOOD 1978). Die Regressionsanalysen konnten, bedingt durch die Kenntnisse über die unterschiedlichen Fangcharakteristika, für jede Tiergruppe einzeln durchgeführt werden. Durch Vergleich der extrapolativ gewonnenen mit der tatsächlich (nach ein-, zwei-, oder fünfmaligem Saugen) gefundenen Anzahl Tiere konnten gruppenspezifische Koeffizienten berechnet werden, die bei allen auswertbaren Fängen die Schätzung absoluter, extrapolierter Abundanzen ermöglichten. Für diese Berechnungen wurden je nach Habitat verschieden viele Probeflächen berücksichtigt.

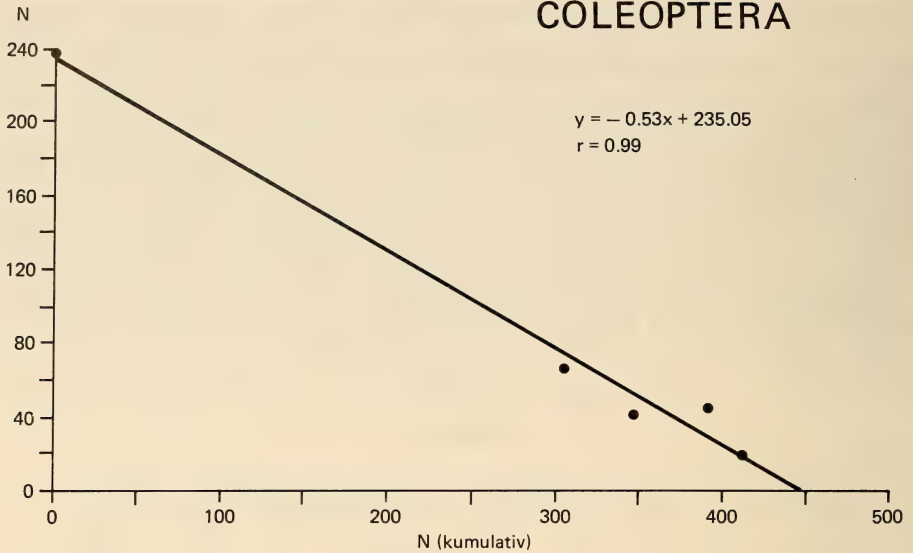


ABB. 4.

Regressionsanalyse zur Berechnung der angenäherten Populationsdichte (Bsp. Coleoptera).

TABELLE II.

*Populationsdichten (N/m^2) aller Gruppen in den verschiedenen Habitaten.
Fehlende Angaben für Populationsdichten hängen mit der teilweise geringen Anzahl untersuchter
Flächen à $2 m^2$ zusammen.*

Tiergruppe	Mais 27 Flächen	Weizen 10 Flächen	Raps 4 Flächen	Feuchtgebiet 4 Flächen	Halbtrockenrasen 4 Flächen
Araneae	10.61	16.25	9.38	43.88	4.13
Aphidina	272.33	18.20	—	4.00	2.75
Cicadina	13.28	11.60	—	17.50	10.75
Coleoptera	22.11	30.25	151.38	40.00	8.88
Dermaptera	0.07	—	—	—	—
Diptera	48.41	66.30	120.00	70.75	13.75
Ephemeroptera	0.22	—	—	0.13	0.13
Heteroptera	6.98	3.50	1.50	15.00	1.63
Hymenoptera	14.26	18.40	14.38	13.63	6.50
Isopoda	—	0.05	—	2.63	—
Lepidoptera	0.07	0.10	0.13	1.25	0.63
Myriapoda	0.24	0.15	0.88	0.50	0.13
Planipennia	0.91	1.10	—	—	—
Psocoptera	0.11	—	0.25	0.75	0.13
Pulmonata	0.67	3.85	8.38	22.00	0.63
Saltatoria	0.02	0.02	—	10.38	1.75
Thysanoptera	6.46	6.25	0.38	7.13	0.88
Trichoptera	0.26	0.05	—	—	—

Habitatsspezifische Populationsdichten der verschiedenen Tiergruppen

Mit Hilfe der beschriebenen Regressionen können biotopspezifische Populationsdichten für alle gefundenen Tiergruppen angegeben werden (Tab. II). Die beiden naturnahen Biotope Feuchtgebiet und Halbtrockenrasen zeigen die gleichmässigsten Dichteverteilungen. Im Feuchtgebiet wurden allgemein hohe Populationsdichten gefunden, wogegen im Halbtrockenrasen, bedingt durch die geringe pflanzliche Biomasse, tiefe Werte erhalten wurden. Die beiden etwa 400 m voneinander entfernten Kulturen Mais und Weizen zeigen mit Ausnahme der Aphidina, deren massenhaftes Auftreten im Mais allerdings erst am Ende der Vegetationsperiode auftrat, eine auffallend hohe Ähnlichkeit. Die extremsten Dichteunterschiede weist der Raps auf.

DISKUSSION

Methode

Absolute Fangmethoden sind nach SOUTHWOOD (1978) grundsätzlich mit den Nachteilen von kleinen Fangzahlen und verhältnismässig grossem Aufwand behaftet, weshalb eher wenige Angaben über solche Methoden existieren. Diese Methoden sind bisher nur in Biotopen mit Vegetation bis zu einer Höhe von etwa 1 m und meist zur Erfassung weniger, ganz spezifischer Tiergruppen geeignet (FLEISCHER *et al.* 1982, FRAZER & RAWORTH 1985, SOUTHWOOD 1978).

Die entwickelte flächenbezogene Methode ist dagegen in den verschiedensten Biotopen einsetzbar, in Bezug auf den Fangerfolg der verschiedenen Tiergruppen wenig selektiv, verlässlich und in den meisten Biotopen von einer einzelnen Person anwendbar. Eine Ausnahme bildet der Mais, wo es zum Überstülpen der Fangvorrichtung zwei Personen braucht.

Saugmethoden (JOHNSON 1957, DIETRICK 1959, 1961) sind oft mit den Nachteilen von hohem Gewicht, kleiner Mobilität, dem schlechten Zustand der aufgesaugten Tiere, dem Aufsaugen von Pflanzenmaterial bzw. Erde (DETHIER 1984) und vor allem mit den meist nur relativen Angaben über Abundanzen verbunden. Da Staubsauger und Auffanggefäss getrennt sind, konnte eine hohe Mobilität erreicht werden. Bedingt durch die spezielle Konstruktion des Auffanggefässes war der Zustand der aufgesaugten Tiere ausgesprochen gut.

Als Nachteile der neuen Methode wären allenfalls eine gewisse Abhängigkeit der Ergebnisse von der Leistungsfähigkeit des Experimentators und der relativ hohe Aufwand zu erwähnen. Die Methode lässt sich in sehr unterschiedlichen Habitaten einsetzen, doch für Wald und Hecken ist sie nicht geeignet. Hier liefern nur viel aufwendigere Methoden, wie Abdecken von ganzen Gebieten durch riesige Netze, brauchbare Resultate.

Dichtheit und Selektivität der Fangmethode

Durch den Einsatz der abdichtenden Bleche konnte eine fast hundertprozentige Dichtheit der Falle garantiert werden. Einzig einige wenige schnelle Tiere, die sich im Boden unterirdisch fortbewegen, hätten die Resultate verfälschen können. Zu diesen Tieren zählen vor allem die Ameisen, die aus diesem Grund auch nicht quantitativ erfasst wurden.

Methoden, die unselektiv sind, existieren nicht (SOUTHWOOD 1978). Im Vergleich zu anderen Methoden ist die flächenbezogene Fangmethode aber wenig selektiv, da die unterschiedlichsten Tiergruppen gleichzeitig erfasst werden können. Die geringe Selektivität kommt in den Fanghäufigkeiten des fünfmaligen Saugens zum Ausdruck: Obwohl die Vertreter der einzelnen Tiergruppen verschiedenenes Verhalten und unterschiedlichste Grössen zeigen, erreicht keine Gruppe im ersten Fang weniger als 50% Häufigkeit.

Dichteberechnung

Der Aufwand von fünfmaligem Saugen war in allen Biotopen sehr hoch. Deshalb ist es entscheidend, dass es anhand von wenigen fünffachen Fängen möglich ist, via Regressionsanalyse und Extrapolation annähernd die effektiven Populationsdichten anzugeben. Im Hinblick auf weitere Untersuchungen müssten pro Biotoptyp nur ein oder zwei fünffache Fänge durchgeführt werden. Auf den übrigen Untersuchungsflächen dürfte ein- oder zweimaliges Saugen ausreichen. Bei gleichem Aufwand würden sich dadurch auch die allgemein eher kleinen Arten- und Individuenzahlen erhöhen.

Habitatspezifische Populationsdichten der verschiedenen Tiergruppen

In der Literatur finden sich nur wenige Hinweise über Populationsdichten verschiedener Tiergruppen (BASEDOW 1973, TISCHLER 1980 u. a.). Von Gruppen wie Cicadina, Diptera, Ephemeroptera, Lepidoptera, Heteroptera, Hymenoptera, Psocoptera und Trichoptera existieren kaum Angaben. Mit der neuen Methode können von den meisten Gruppen von Wirbellosen biotopspezifische Angaben über die Populationsdichte gemacht werden.

Bei abweichenden Angaben von Populationsdichten verschiedener Autoren darf nicht vergessen werden, dass lokale Unterschiede und vor allem das Wetter entscheidend sein können. So sind die tendenziell eher tiefen Werte bei den Pulmonata, Myriapoda und Isopoda durch den extrem trockenen Sommer der Untersuchungsperiode erklärbar. Hinzu kommt, dass mit der flächenbezogenen Methode nur bis in eine Bodentiefe von 5 cm Tiere gefangen wurden, sodass sich bei teilweise hypogäisch lebenden Tieren (Myriapoda, Isopoda, z. T. Araneae und Coleoptera) eher zu tiefe Werte ergeben.

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Arbeit war das Entwickeln einer flächenbezogen absoluten Inventurmethode, die in Biotopen mit einer Vegetation bis zur Höhe von Maispflanzen einsetzbar ist und nichtselektiv möglichst alle Gruppen von Wirbellosen erfasst.

Ein mit Tüll bespannter Kubus von 2 m² Grundfläche und 1.8 m Höhe (Volumen: 3.6 m³) wird über die zu untersuchende Bodenvegetation gestülpt. Darin werden alle Organismen ab 2 mm Länge mit einem generatorbetriebenen Staubsauger eingefangen.

Erste, von Mai bis September 1985 durchgeführte Untersuchungen in Kulturfeldern (Mais, Weizen, Raps) und naturnahen Biotopen (Feuchtgebiet, Halbtrockenrasen), ergaben folgende Befunde:

- Die für absolute Fangzahlen entscheidende Dichtheit der Fangvorrichtung kann durch Einrammen eines Blechrahmens in den Boden garantiert werden.
- Die flächenbezogene Methode ist wenig selektiv und fast alle Gruppen von Wirbellosen können mit ihr erfasst werden.
- Mit Hilfe von Regressionsanalyse und Extrapolation können biotopspezifisch für die unterschiedlichsten Tiergruppen zuverlässige, absolute Populationsdichten angegeben werden.

RÉSUMÉ

Le but de ce travail est de développer une méthode absolue d'inventaire par surfaces. Le procédé adopté permet de recenser des biotopes comportant une végétation dont la hauteur atteint le sommet d'une tige de maïs. Sans être sélective, cette technique touche tous les groupes possibles d'invertébrés.

Un cube, recouvert de tulle, est placé au-dessus de la végétation. Tous les invertébrés de plus de 2 mm sont capturés à l'intérieur de cette installation au moyen d'un aspirateur actionné par un générateur.

Les premières recherches effectuées, de mai à septembre 1985, dans des champs de culture (maïs, blé, colza) et dans des biotopes semi-naturels (régions humides, prairies mi-sèches) nous permettent de constater ce qui suit:

- L'étanchéité de l'installation, qui permettra un nombre absolu de captures, peut être assurée par la pose d'un cadre en tôle dans le sol sous lequel on fixera les extrémités du tulle.
- Cette méthode d'inventaire est peu sélective; elle permet de recenser pratiquement tous les groupes d'invertébrés.
- Des analyses de régression ainsi que des extrapolations sont faites, afin de pouvoir déterminer, pour chaque type de biotope, la densité de population de groupes d'invertébrés les plus divers.

DANKSAGUNGEN

Grosser Dank gebührt der Firma Roche AG, Sisseln (Dr. H.-U. Huber, M. Rappo), die uns bei den Feldarbeiten auf ihrem Gelände in vielfacher Weise unterstützten. Für Bestimmungsarbeiten verdanken wir E. Blank, Birmensdorf (Saltatoria), Dr. M. Dethier, Genf (Heteroptera), Dr. H. Turner, Birmensdorf (Pulmonata), W. Rohe, Basel (Formicidae) und Dr. M. Studer, Basel (Coleoptera). Das Projekt wurde finanziell unterstützt vom Schweizerischen Nationalfonds (Projekt Nr. 3.42-0.82, Dr. P. Duelli) und vom Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz (Bern).

LITERATUR

- BASEDOW, Th. 1973. Der Einfluss epigäischer Raubarthropoden auf die Abundanz phytophager Insekten in der Agrarlandschaft. *Pedobiologia* 13: 410-422.
- BRAUNE, F. 1974. Kritische Untersuchungen zur Methodik der Bodenfallen. *Diss. Kiel*, 71 pp.
- BRIGGS, J. B. 1961. A comparison of pitfall trapping and soil sampling in assessing populations of two species of ground beetles (Col., Carabidae). *Rep. East Malling Res. Stn.* (1960): 108-112.
- DETHIER, M. 1984. Etudes des communautés d'arthropodes d'une pelouse alpine au parc national suisse. *Thèse, Neuchâtel*, 317 pp.
- DIETRICK, E. J., E. I. SCHLINGER und R. VAN DEN BOSCH. 1959. A new method for sampling arthropods using a suction collection machine and modified Berlese funnel separator. *J. econ. Ent.* 52: 1085-91.

- DIETRICK, E. J. 1961. An improved backpack motor fan for suction sampling of insect populations. *J. econ. Ent.* 54: 394-395.
- FLEISCHER, S. J., W. A. ALLEN, J. M. LUNA und R. L. PIENOWSKI. 1982. Absolute-density estimation from sweep-net sampling, with a comparison of absolute-density sampling techniques for adult potato leafhopper in alfalfa. *J. econ. Ent.* 75: 425-430.
- FRAZER, B. D. und D. A. RAWORTH. 1985. Sampling for adult coccinellids and their numerical response to strawberry aphids (Coleoptera: Coccinellidae, Homoptera: Aphididae). *Can. Ent.* 117: 153-161.
- HEYDEMANN, B. 1961. Untersuchungen über die Aktivitäts- und Besiedlungsdichte bei epigäischen Spinnen. *Verh. dt. zool. Ges.:* 538-556.
- JOHNSON, C. G., T. R. E. SOUTHWOOD und H. M. ENTWISTLE. 1957. A new method of extracting arthropods and molluscs from grassland and herbage with a suction apparatus. *Bull. ent. Res.* 48: 211-18.
- SOUTHWOOD, T. R. E. 1978. Ecological methods. *Chapman and Hall, London*, 524 pp.
- TISCHLER, W. 1980. Biologie der Kulturlandschaft. *Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York*, 253 pp.